

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-242516

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

E

H 0 1 S 3/18

H 0 1 S 3/18

C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-38198

(22) 出願日

平成9年(1997) 2月21日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 幡 俊雄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

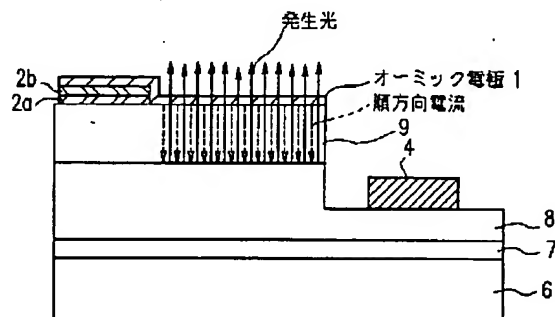
(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 信頼性を向上でき、かつ外部発光効率を向上できる窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 P型ボンディング用電極2bの下にショットキー電極2aを形成し、P型ボンディング用電極直下での電流注入を阻止する。このため、P型ボンディング用電極2bの周辺部の透光性電極(オーミック電極)1での電流密度と発光密度が高くなるので、外部発光効率が良好になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、

該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面にP型ボンディング用電極と透光性電極が形成され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の該P型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、該透光性電極と該P型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される構造とした窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造が、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層と該P型ボンディング用電極との間に形成されたショットキー電極と、該P型ボンディング用電極及び該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極で構成されている請求項1記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項3】 P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造が、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極と、該透光性電極の表面の隅部を切り欠いて形成されたショットキー電極及び該P型ボンディング用電極の積層構造で構成されている請求項1記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項4】 P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造が、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域に形成されたショットキー電極と、該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極と、該透光性電極上の該ショットキー電極の上方に相当する部分に形成された該P型ボンディング用電極で構成されている請求項1記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項5】 前記ショットキー電極がTi、前記P型ボンディング用電極がAu、前記透光性電極がNi及びAuの積層構造である請求項2～請求項4のいずれかに記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項6】 基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、

該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域にショットキー電極及びP型ボンディング用電極をこの順に形成する工程と、

該ショットキー電極及び該P型ボンディング用電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程とを包含する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項7】 基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、

該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程と、

該透光性電極の表面の隅部を切り欠き、この部分にショットキー電極とP型ボンディング用電極からなる積層構造を形成する工程とを包含する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項8】 基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、

該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域にショットキー電極を形成する工程と、

該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程と、

該透光性電極上の該ショットキー電極の上方に相当する部分に該P型ボンディング用電極を形成する工程とを包含する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、青色領域から紫外光領域で発光可能な半導体レーザやダイオード等の発光素子として使用される窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関し、特にP型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造に関する。

【0002】

【従来の技術】図11及び図12は、この種の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の従来例を示す。この窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、絶縁性のサファイヤ基板6上に、バッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9

をこの順に積層してなる。更に、発光透光面3となるP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上には透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'が形成されている。

【0003】ここで、透光性電極1'はNiとAuの積層構造で構成されている。また、P型ボンディング用電極2'は、Al単体、又はAu、Al及びCrより選択された少なくとも2種類以上の材料より構成されている。

【0004】また、透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'は、基板として絶縁性のサファイヤ基板6を使用し、かつ最表面のP型窒化ガリウム系化合物半導体層9を発光透光面3とするため、発光領域全面に形成されている。なお、図11において、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9が形成されておらず、一段低くなったN型窒化ガリウム系化合物半導体層8上には、N型ボンディング用電極4が形成されている。

【0005】図12は、透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'の具体的な配置関係を示す。即ち、同図に示すように、矩形状の透光性電極1'の隅部を切り欠いて窓部13を形成し、この窓部13にP型ボンディング用電極2'が形成されている。図11に示すように、P型ボンディング用電極2'の一部は透光性電極1'に重畳している。

【0006】なお、上記構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、例えば特開平7-94782号公報に開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、透光性電極1'及びP型ボンディング用電極2'の材質に起因して、以下に示す問題点があった。

【0008】P型ボンディング用電極2'は、上記のように、Al単体、又はAu、Al及びCrより選択された少なくとも2種類以上の材料より構成されるが、Alを使用する場合は、

(1) Alは表面酸化しやすいため、ワイヤーボンディングの際にボンディングワイヤーが剥がれやすく、信頼性及び歩留まりが低下する。

【0009】(2) P型ボンディング用電極2'とボンディングワイヤーとの電気的接触性が悪くなり、信頼性が低下する。

【0010】(3) 透光性電極1'のAuとの相互拡散が激しく、Alが透光性電極1'にマイグレーションするため、透光性電極1'が変質し、透過率の低下及びオーミックコンタクトの悪化を招き、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を著しく低下させる。

【0011】また、P型ボンディング用電極2'としてCrを使用する場合は、

(4) CrはAlと同様に透光性電極1'にマイグレー

ションするため、透光性電極1'が変質し、透過率の低下及びオーミックコンタクトの悪化を招き、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を著しく低下させる。

【0012】また、P型ボンディング用電極2'として、Auを使用する場合は、

(5) AuはP型窒化ガリウム系化合物半導体層9に対し熱処理なしでもオーミックコンタクトが得られるため、P型ボンディング用電極2'の直下にも電流が注入される。このため、発光層にて発生する光は、P型ボンディング用電極2'により阻害され、外部発光効率が低下する。

【0013】このように、上記構造の従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'の材質のいずれの組み合わせを選択したとしても、上記した問題点があった。

【0014】本発明は、このような現状に鑑みてなされたものであり、信頼性を向上でき、かつ外部発光効率を向上できる窒化ガリウム系化合物半導体発光素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面にP型ボンディング用電極と透光性電極が形成され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の該P型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、該透光性電極と該P型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される構造を有しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0016】好ましくは、P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造を、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層と該P型ボンディング用電極との間に形成されたショットキー電極と、該P型ボンディング用電極及び該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極で構成する。

【0017】また、好ましくは、P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造を、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極と、該透光性電極の表面の隅部を切り欠いて

形成されたショットキー電極及び該P型ボンディング用電極の積層構造で構成する。

【0018】また、好ましくは、P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造を、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域に形成されたショットキー電極と、該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極と、該透光性電極上の該ショットキー電極の上方に相当する部分に形成された該P型ボンディング用電極で構成する。

【0019】また、好ましくは、前記ショットキー電極がTi、前記P型ボンディング用電極がAu、前記透光性電極がNi及びAuの積層構造である。

【0020】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域にショットキー電極及びP型ボンディング用電極をこの順に形成する工程と、該ショットキー電極及び該P型ボンディング用電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程とを包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0021】また、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程と、該透光性電極の表面の隅部を切り欠き、この部分にショットキー電極とP型ボンディング用電極からなる積層構造を形成する工程とを包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0022】また、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域にショットキー電極を形成する工程と、該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程と、該透光性電極上の該ショットキー電極の上方に相当する部分に該P型ボンディング用電極を形成す

る工程とを包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0023】以下に本発明の作用を説明する。

【0024】P型ボンディング用電極の直下での電流注入を阻止し、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流を注入する構造によれば、オーミックコンタクトしている領域のみの電流密度と発光密度を高くできる。このため、発光層、即ち活性層からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。即ち、外部発光効率を向上できる。

【0025】上記構造は、一例として、P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面上にショットキー電極とP型ボンディング用電極の積層構造を形成することにより実現される。より具体的には、P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面上にショットキー電極としてTiを形成し、その上にP型ボンディング用電極としてAuを形成する。TiはP型窒化ガリウム系化合物半導体層に対してショットキー特性を有するため、P型ボンディング用電極の直下での電流注入を阻止できる。

【0026】また、上記のように材質AuからなるP型ボンディング用電極を用いると、マイグレーションによってNiとAuの積層構造からなる透光性電極が変質することがないので、透過率の低下及びオーミックコンタクトの低下を来すことがない。このため、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を向上できる。

【0027】この結果、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子によれば、上記従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に比べて約2倍の輝度改善を図れることが確認できた。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面に基づき具体的に説明する。

【0029】（実施形態1）図1～図4は本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す。まず、図1及び図2に基づき本実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の概略構造について説明する。

【0030】この窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、絶縁性基板であるサファイヤ基板6上に、バッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層して形成されている。加えて、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上、即ち発光透光面3上には、ショットキー電極2aが形成され、その上にP型ボンディング用電極2bが形成されている。図2に示すように、ショットキー電極2a及びP型ボンディング用電極2bは、発光透光面3の隅部に形成されている。また、これらは透光性電極1によって覆われている。

【0031】なお、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9が形成されておらず、一段低くなったN型窒化ガリウ

ム系化合物半導体層8上には、N型ボンディング用電極4が形成されている。

【0032】次に、図3に基づき上記構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について説明する。

【0033】まず、同図(a)に示すように、サファイヤ基板6上にバッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層形成する。次に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8が露出するまでP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の一部をエッチングする。図中の符号5はこのエッチング領域を示す。

【0034】次に、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上、即ち発光透光面3上の隅部にショットキー電極2aを形成し、続いて、その上にP型ボンディング用電極2bを形成する。

【0035】次に、同図(b)に示すように、P型ボンディング用電極2bと発光透光面3の表面上に透光性電極1を形成する。

【0036】次に、同図(c)に示すように、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8の表面上にN型ボンディング用電極4を形成する。以上の工程によって、図1及び図2に示す本実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が作製される。

【0037】ここで、本実施形態1では、上記のショットキー電極2aは、Tiを20～500nm(例えば、25nm)積層して形成した。また、P型ボンディング用電極2bは、Auを0.5～1μm(例えば、800nm)積層して形成した。

【0038】このような電極構造によれば、TiはP型窒化ガリウム系化合物半導体層9に対してショットキー特性を有するため、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9のP型ボンディング用電極2bの直下に位置する領域に電流が注入されるのを阻止できる。

【0039】また、透光性電極1はAu及びNiの積層構造とし、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上にNiを3～15nm(例えば、3nm)形成し、その上にAuを3～15nm(例えば、4nm)形成した。ここで、NiはP型窒化ガリウム系化合物半導体層9に対してオーミックコンタクトを示す。このため、図4に示すように、透光性電極(オーミック電極)1のNiとP型窒化ガリウム系化合物半導体層9が接触している領域のみに電流を流すことができる。

【0040】それ故、本実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子によれば、このオーミックコンタクトしている領域のみの電流密度を高く、かつ発光密度を高くできるので、発光層、つまり活性層7からの発生光を図4に示すように、効率よく外部に取り出すことができる。この結果、本発明者等の実験結果によれば、上記従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に比べて約

2倍の輝度改善を図れることが確認できた。

【0041】なお、Ti、Au、Niは真空蒸着法、電子ビーム蒸着法等を用いて形成することができる。

【0042】また、ショットキー電極2aは上記のように金属材料で形成されているため、Au及びNiと同じ製造方法を用いて容易に作製することができる。従って、その分、製造効率の向上に寄与できる。

【0043】また、透光性電極1の厚みが薄いため、透光性電極1がショットキー電極2aの段差部にて不連続となっても、ショットキー電極2aは金属であるため、P型ボンディング用電極2bと透光性電極1は電氣的に接触が可能である。

【0044】(実施形態2)図5～図7は本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す。本実施形態2の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、電極構造のみが実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と異なっている。即ち、図5及び図6に示すように、本実施形態2の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子では、透光性電極1の隅部を切り欠いた部分のP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上、即ち発光透光面3上にショットキー電極2aとP型ボンディング用電極2bからなる積層構造を形成している。なお、実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と対応する部分には同一の符号を付してある。

【0045】次に、図7に基づきこの窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について説明する。

【0046】まず、同図(a)に示すように、サファイヤ基板6上にバッファ層7、n型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層形成する。次に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8が露出するまでP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の一部をエッチングする。図中の符号5はこのエッチング領域を示す。続いて、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上、即ち発光透光面3上に隅部を切り欠いた透光性電極1を形成する。

【0047】次に、同図(b)に示すように、透光性電極1の隅部を切り欠いた部分のP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上にショットキー電極2aを形成し、続いてその上にP型ボンディング用電極2bを形成する。

【0048】次に、同図(c)に示すように、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8の表面上にN型ボンディング用電極4を形成する。以上の工程によって、図5及び図6に示す本実施形態2の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が作製される。

【0049】ここで、本実施形態2においても、ショットキー電極2aの材質はTiであり、その厚みも実施形態1と同様である。また、P型ボンディング用電極2bの材質、厚みも同様である。更に、透光性電極1も同様のAu及びNiからなる積層構造であり、その厚みも同

様である。

【0050】このため、本実施形態2においても、実施形態1同様に、オーミックコンタクトしている領域のみの電流密度を高く、かつ発光密度を高くできるので、発光層、つまり活性層7からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。

【0051】(実施形態3)図8～図10は本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す。本実施形態3の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、電極構造のみが実施形態1及び実施形態2の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と異なっている。

【0052】即ち、図8及び図9に示すように、本実施形態3の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子では、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面の一部の領域にショットキー電極2aを形成し、このショットキー電極2aを覆うようにP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の全面に透光性電極1を形成し、透光性電極1上のショットキー電極2aの上方に相当する部分にP型ボンディング用電極2bを形成している。なお、実施形態1及び実施形態2の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と

対応する部分には同一の符号を付してある。

【0053】次に、図10に基づきこの窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について説明する。

【0054】まず、同図(a)に示すように、サファイヤ基板6上にバッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層形成する。次に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8が露出するまでP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の一部をエッチングする。図中の符号5はこのエッチング領域を示す。続いて、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9表面の一部の領域にショットキー電極2aを形成する。

【0055】次に、同図(b)に示すように、ショットキー電極2aを覆うようにP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の全面に透光性電極1を形成する。

【0056】次に、同図(c)に示すように、透光性電極1上のショットキー電極2aの上方に相当する部分にP型ボンディング用電極2bを形成する。また、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8の表面上にN型ボンディング用電極4を形成する。以上の工程によって、図8及び図9に示す本実施形態3の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が作製される。

【0057】ここで、本実施形態3においても、ショットキー電極2aの材質はTiであり、その厚みも実施形態1及び実施形態2と同様である。また、P型ボンディング用電極2bの材質、厚みも同様である。更に、透光性電極1も同様のAu及びNiからなる積層構造であり、その厚みも同様である。

【0058】このため、本実施形態3においても、実施形態1及び実施形態2同様に、オーミックコンタクトし

ている領域のみの電流密度を高く、かつ発光密度を高くできるので、発光層、つまり活性層7からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。

【0059】(その他の実施形態)以上の実施形態1～実施形態3では、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造はホモ構造のものについて説明したが、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子であれば、ダブルヘテロ構造、シングルヘテロ構造、単一量子井戸活性層及び多量子井戸活性層を持つダブルヘテロ構造等あらゆる構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に適用できることは言うまでもない。

【0060】また、上記の各実施形態では、基板としてサファイヤ基板を用いたが、他の絶縁性の基板を用いることも可能であるし、導電性の基板、例えばSiC基板、GaN基板を用いることも可能である。

【0061】

【発明の効果】以上の本発明によれば、P型ボンディング用電極の直下での電流注入を阻止し、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流を注入することができるので、オーミックコンタクトしている領域のみの電流密度と発光密度を高くできる。このため、発光層、即ち活性層からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。即ち、外部発光効率を向上できる。

【0062】また、特に請求項5記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子によれば、マイグレーションによってNiとAuの積層構造からなる透光性電極が変質することがないので、透過率の低下及びオーミックコンタクトの低下を来すことがない。このため、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を向上できる。

【0063】また、特に請求項6～請求項8記載の製造方法によれば、そのような特性を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を作製できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す断面図。

【図2】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す平面図。

【図3】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す、(a)～(c)は製造工程図。

【図4】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す特性説明図。

【図5】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す断面図。

【図6】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す平面図。

【図7】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す、(a)～(c)は製造工程図。

【図8】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す断面図。

11

12

【図9】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す平面図。

【図10】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す、(a)～(c)は製造工程図。

【図11】従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面図。

【図12】従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の平面図。

【符号の説明】

1 透光性電極

2a ショットキー電極

2b P型ボンディング用電極

3 発光透光面

4 N型ボンディング用電極

5 エッチング領域

6 サファイヤ基板

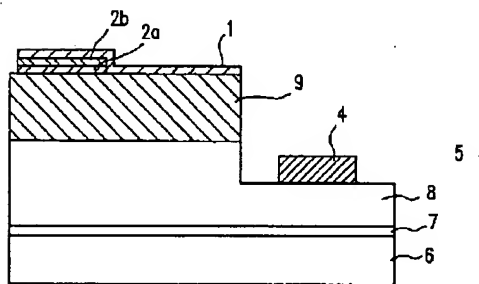
7 バッファ層

8 N型窒化ガリウム系化合物半導体層

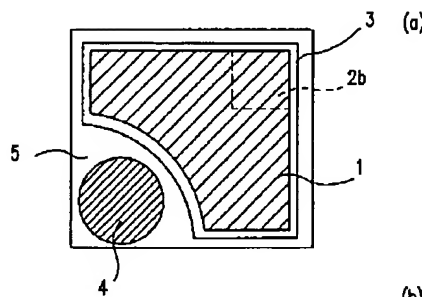
9 P型窒化ガリウム系化合物半導体層

10

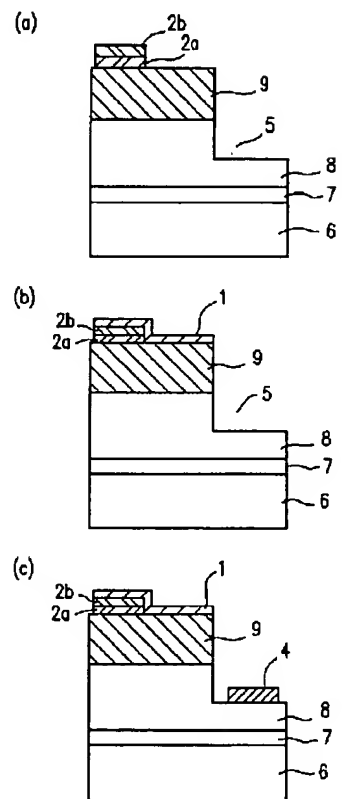
【図1】



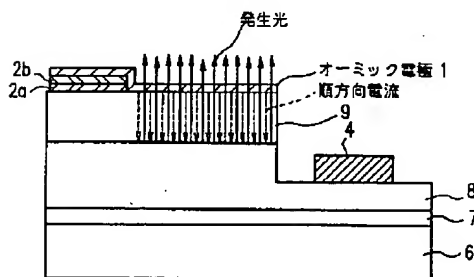
【図2】



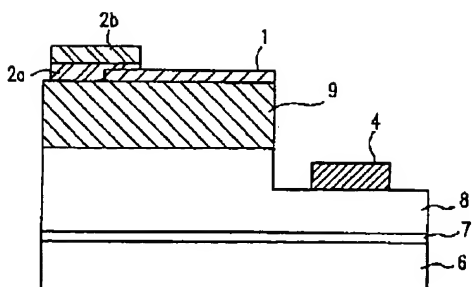
【図3】



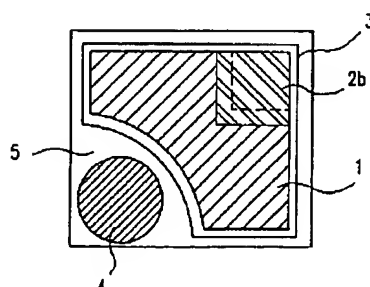
【図4】



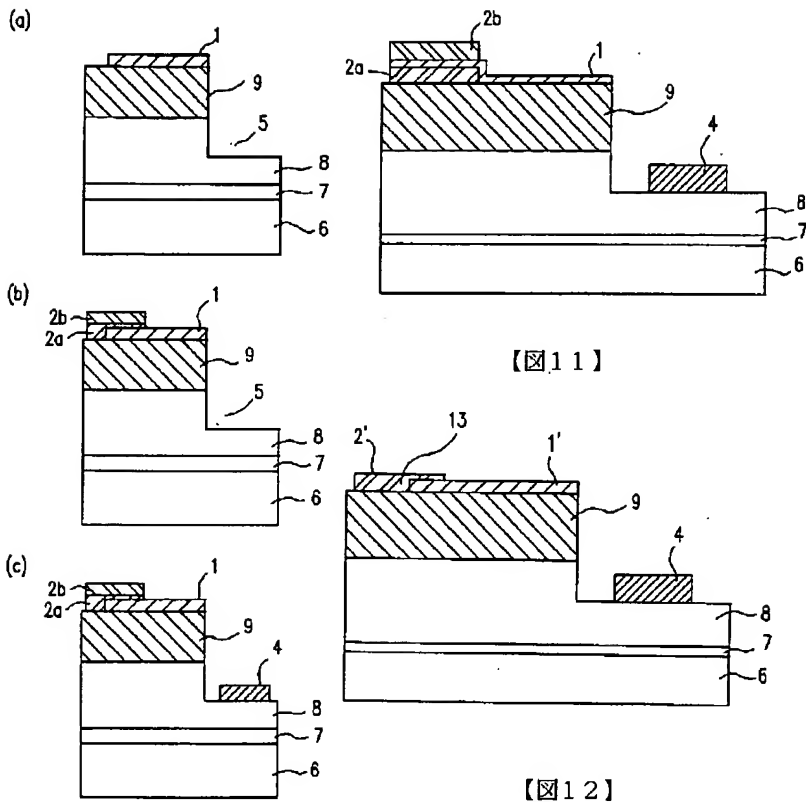
【図5】



【図6】



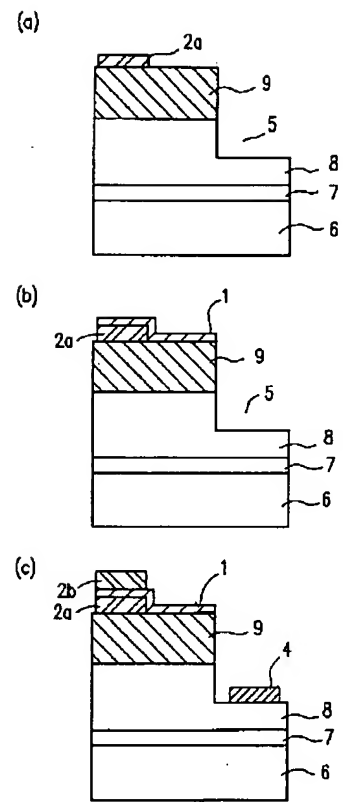
【図7】



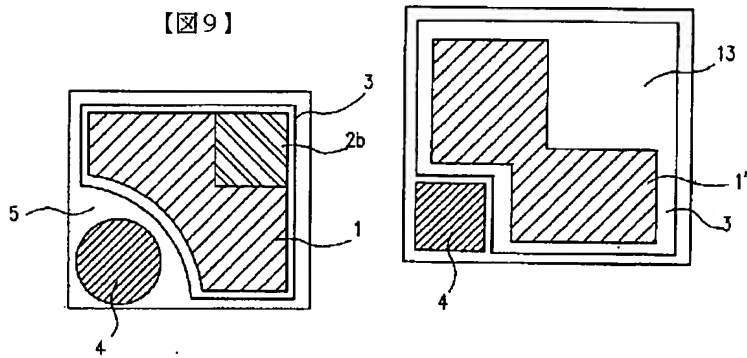
【図8】

【図11】

【図10】



【図9】





PAT-NO: JP410242516A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10242516 A

TITLE: GALLIUM NITRIDE COMPOUND  
SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING  
ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

PUBN-DATE: September 11, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HATA, TOSHIO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SHARP CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09038198

APPL-DATE: February 21, 1997

INT-CL (IPC): H01L033/00, H01S003/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the outward luminous efficiency of a light emitting element, by blocking the injection of an electric current into an area immediately below a p-type bonding electrode for p-type gallium nitride compound semiconductor layer and, on the other hand, only injecting the electric current into an area where the semiconductor layer is in ohmic contact with a translucent electrode.

SOLUTION: In a gallium nitride compound semiconductor light emitting element, a buffer layer 7, an N-type gallium nitride

compound semiconductor layer 8, and a P-type gallium nitride compound semiconductor layer 9 are successively formed in this order on an insulating substrate composed of a sapphire substrate 6. In addition, a Schottky electrode 2a is formed on the surface of the semiconductor layer 9, namely, on the light emitting translucent surface 3 of the light emitting element, and a P-type bonding electrode 2b is formed on the electrode 2a.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-242516

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 33/00

H 0 1 S 3/18

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

H 0 1 S 3/18

E

C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平9-38198

(22) 出願日

平成 9 年(1997) 2 月21日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 幡 俊雄

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

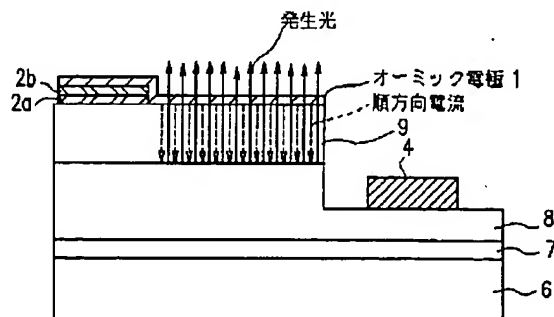
(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体発光素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 信頼性を向上でき、かつ外部発光効率を向上できる窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を提供する。

【解決手段】 P型ボンディング用電極2bの下にショットキー電極2aを形成し、P型ボンディング用電極直下での電流注入を阻止する。このため、P型ボンディング用電極2bの周辺部の透光性電極(オーミック電極)1での電流密度と発光密度が高くなるので、外部発光効率が良好になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、

該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面にP型ボンディング用電極と透光性電極が形成され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の該P型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、該透光性電極と該P型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される構造とした窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項2】 P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造が、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層と該P型ボンディング用電極との間に形成されたショットキー電極と、該P型ボンディング用電極及び該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極で構成されている請求項1記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項3】 P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造が、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極と、該透光性電極の表面の隅部を切り欠いて形成されたショットキー電極及び該P型ボンディング用電極の積層構造で構成されている請求項1記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項4】 P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造が、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域に形成されたショットキー電極と、該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極と、該透光性電極上の該ショットキー電極の上方に相当する部分に形成された該P型ボンディング用電極で構成されている請求項1記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項5】 前記ショットキー電極がTi、前記P型ボンディング用電極がAu、前記透光性電極がNi及びAuの積層構造である請求項2～請求項4のいずれかに記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子。

【請求項6】 基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、

該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域にショットキー電極及びP型ボンディング用電極をこの順に形成する工程と、

該ショットキー電極及び該P型ボンディング用電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程とを包含する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項7】 基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、

該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程と、

該透光性電極の表面の隅部を切り欠き、この部分にショットキー電極とP型ボンディング用電極からなる積層構造を形成する工程とを包含する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

【請求項8】 基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、

該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域にショットキー電極を形成する工程と、

該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程と、該透光性電極上の該ショットキー電極の上方に相当する部分に該P型ボンディング用電極を形成する工程とを包含する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、青色領域から紫外光領域で発光可能な半導体レーザやダイオード等の発光素子として使用される窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に関し、特にP型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造に関する。

【0002】

【従来の技術】図11及び図12は、この種の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の従来例を示す。この窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、絶縁性のサファイヤ基板6上に、バッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9

をこの順に積層してなる。更に、発光透光面3となるP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上には透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'が形成されている。

【0003】ここで、透光性電極1'はNiとAuの積層構造で構成されている。また、P型ボンディング用電極2'は、Al単体、又はAu、Al及びCrより選択された少なくとも2種類以上の材料より構成されている。

【0004】また、透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'は、基板として絶縁性のサファイヤ基板6を使用し、かつ最表面のP型窒化ガリウム系化合物半導体層9を発光透光面3とするため、発光領域全面に形成されている。なお、図11において、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9が形成されておらず、一段低くなったN型窒化ガリウム系化合物半導体層8上には、N型ボンディング用電極4が形成されている。

【0005】図12は、透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'の具体的な配置関係を示す。即ち、同図に示すように、矩形状の透光性電極1'の隅部を切り欠いて窓部13を形成し、この窓部13にP型ボンディング用電極2'が形成されている。図11に示すように、P型ボンディング用電極2'の一部は透光性電極1'に重畳している。

【0006】なお、上記構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、例えば特開平7-94782号公報に開示されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、透光性電極1'及びP型ボンディング用電極2'の材質に起因して、以下に示す問題点があった。

【0008】P型ボンディング用電極2'は、上記のように、Al単体、又はAu、Al及びCrより選択された少なくとも2種類以上の材料より構成されるが、Alを使用する場合は、

(1) Alは表面酸化しやすいため、ワイヤーボンディングの際にボンディングワイヤーが剥がれやすく、信頼性及び歩留まりが低下する。

【0009】(2) P型ボンディング用電極2'とボンディングワイヤーとの電気的接触性が悪くなり、信頼性が低下する。

【0010】(3) 透光性電極1'のAuとの相互拡散が激しく、Alが透光性電極1'にマイグレーションするため、透光性電極1'が変質し、透過率の低下及びオーミックコンタクトの悪化を招き、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を著しく低下させる。

【0011】また、P型ボンディング用電極2'としてCrを使用する場合は、

(4) CrはAlと同様に透光性電極1'にマイグレー

ションするため、透光性電極1'が変質し、透過率の低下及びオーミックコンタクトの悪化を招き、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を著しく低下させる。

【0012】また、P型ボンディング用電極2'として、Auを使用する場合は、

(5) AuはP型窒化ガリウム系化合物半導体層9に対し熱処理なしでもオーミックコンタクトが得られるため、P型ボンディング用電極2'の直下にも電流が注入される。このため、発光層にて発生する光は、P型ボンディング用電極2'により阻害され、外部発光効率が低下する。

【0013】このように、上記構造の従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、透光性電極1'とP型ボンディング用電極2'の材質のいずれの組み合わせを選択したとしても、上記した問題点があった。

【0014】本発明は、このような現状に鑑みてなされたものであり、信頼性を向上でき、かつ外部発光効率を向上できる窒化ガリウム系化合物半導体発光素子及びその製造方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面にP型ボンディング用電極と透光性電極が形成され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の該P型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、該透光性電極と該P型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される構造を有しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0016】好ましくは、P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造を、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層と該P型ボンディング用電極との間に形成されたショットキー電極と、該P型ボンディング用電極及び該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極で構成する。

【0017】また、好ましくは、P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造を、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極と、該透光性電極の表面の隅部を切り欠いて

形成されたショットキー電極及び該P型ボンディング用電極の積層構造で構成する。

【0018】また、好ましくは、P型窒化ガリウム系化合物半導体層のP型ボンディング用電極の直下の領域に電流が注入されるのを阻止する一方、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流が注入される前記構造を、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域に形成されたショットキー電極と、該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に形成された該透光性電極と、該透光性電極上の該ショットキー電極の上方に相当する部分に形成された該P型ボンディング用電極で構成する。

【0019】また、好ましくは、前記ショットキー電極がTi、前記P型ボンディング用電極がAu、前記透光性電極がNi及びAuの積層構造である。

【0020】本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域にショットキー電極及びP型ボンディング用電極をこの順に形成する工程と、該ショットキー電極及び該P型ボンディング用電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程とを包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0021】また、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程と、該透光性電極の表面の隅部を切り欠き、この部分にショットキー電極とP型ボンディング用電極からなる積層構造を形成する工程とを包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0022】また、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法は、基板上にN型窒化ガリウム系化合物半導体層及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層が積層され、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面を透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造方法において、該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面の一部の領域にショットキー電極を形成する工程と、該ショットキー電極を覆うように該P型窒化ガリウム系化合物半導体層の全面に透光性電極を形成する工程と、該透光性電極上の該ショットキー電極の上方に相当する部分に該P型ボンディング用電極を形成す

る工程とを包含しており、そのことにより上記目的が達成される。

【0023】以下に本発明の作用を説明する。

【0024】P型ボンディング用電極の直下での電流注入を阻止し、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流を注入する構造によれば、オーミックコンタクトしている領域のみの電流密度と発光密度を高くできる。このため、発光層、即ち活性層からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。即ち、外部発光効率を向上できる。

【0025】上記構造は、一例として、P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面上にショットキー電極とP型ボンディング用電極の積層構造を形成することにより実現される。より具体的には、P型窒化ガリウム系化合物半導体層の表面上にショットキー電極としてTiを形成し、その上にP型ボンディング用電極としてAuを形成する。TiはP型窒化ガリウム系化合物半導体層に対してショットキー特性を有するため、P型ボンディング用電極の直下での電流注入を阻止できる。

【0026】また、上記のように材質AuからなるP型ボンディング用電極を用いると、マイグレーションによってNiとAuの積層構造からなる透光性電極が変質することがないので、透過率の低下及びオーミックコンタクトの低下を来すことがない。このため、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を向上できる。

【0027】この結果、本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子によれば、上記従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に比べて約2倍の輝度改善を図れることが確認できた。

【0028】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面に基づき具体的に説明する。

【0029】〈実施形態1〉図1～図4は本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す。まず、図1及び図2に基づき本実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の概略構造について説明する。

【0030】この窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、絶縁性基板であるサファイヤ基板6上に、バッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層して形成されている。加えて、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上、即ち発光透光面3上には、ショットキー電極2aが形成され、その上にP型ボンディング用電極2bが形成されている。図2に示すように、ショットキー電極2a及びP型ボンディング用電極2bは、発光透光面3の隅部に形成されている。また、これらは透光性電極1によって覆われている。

【0031】なお、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9が形成されておらず、一段低くなったN型窒化ガリウ

ム系化合物半導体層8上には、N型ボンディング用電極4が形成されている。

【0032】次に、図3に基づき上記構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について説明する。

【0033】まず、同図(a)に示すように、サファイヤ基板6上にバッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層形成する。次に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8が露出するまでP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の一部をエッチングする。図中の符号5はこのエッチング領域を示す。

【0034】次に、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上、即ち発光透光面3上の隅部にショットキー電極2aを形成し、続いて、その上にP型ボンディング用電極2bを形成する。

【0035】次に、同図(b)に示すように、P型ボンディング用電極2bと発光透光面3の表面上に透光性電極1を形成する。

【0036】次に、同図(c)に示すように、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8の表面上にN型ボンディング用電極4を形成する。以上の工程によって、図1及び図2に示す本実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が作製される。

【0037】ここで、本実施形態1では、上記のショットキー電極2aは、Tiを20～500nm(例えば、25nm)積層して形成した。また、P型ボンディング用電極2bは、Auを0.5～1μm(例えば、800nm)積層して形成した。

【0038】このような電極構造によれば、TiはP型窒化ガリウム系化合物半導体層9に対してショットキー特性を有するため、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9のP型ボンディング用電極2bの直下に位置する領域に電流が注入されるのを阻止できる。

【0039】また、透光性電極1はAu及びNiの積層構造とし、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上にNiを3～15nm(例えば、3nm)形成し、その上にAuを3～15nm(例えば、4nm)形成した。ここで、NiはP型窒化ガリウム系化合物半導体層9に対してオーミックコンタクトを示す。このため、図4に示すように、透光性電極(オーミック電極)1のNiとP型窒化ガリウム系化合物半導体層9が接触している領域のみに電流を流すことができる。

【0040】それ故、本実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子によれば、このオーミックコンタクトしている領域のみの電流密度を高く、かつ発光密度を高くできるので、発光層、つまり活性層7からの発生光を図4に示すように、効率よく外部に取り出すことができる。この結果、本発明者等の実験結果によれば、上記従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に比べて約

2倍の輝度改善を図れることが確認できた。

【0041】なお、Ti、Au、Niは真空蒸着法、電子ビーム蒸着法等を用いて形成することができる。

【0042】また、ショットキー電極2aは上記のように金属材料で形成されているため、Au及びNiと同じ製造方法を用いて容易に作製することができる。従って、その分、製造効率の向上に寄与できる。

【0043】また、透光性電極1の厚みが薄いため、透光性電極1がショットキー電極2aの段差部にて不連続となっても、ショットキー電極2aは金属であるため、P型ボンディング用電極2bと透光性電極1は電氣的に接触が可能である。

【0044】(実施形態2)図5～図7は本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す。本実施形態2の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、電極構造のみが実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と異なっている。即ち、図5及び図6に示すように、本実施形態2の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子では、透光性電極1の隅部を切り欠いた部分のP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上、即ち発光透光面3上にショットキー電極2aとP型ボンディング用電極2bからなる積層構造を形成している。なお、実施形態1の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と対応する部分には同一の符号を付してある。

【0045】次に、図7に基づきこの窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について説明する。

【0046】まず、同図(a)に示すように、サファイヤ基板6上にバッファ層7、n型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層形成する。次に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8が露出するまでP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の一部をエッチングする。図中の符号5はこのエッチング領域を示す。続いて、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上、即ち発光透光面3上に隅部を切り欠いた透光性電極1を形成する。

【0047】次に、同図(b)に示すように、透光性電極1の隅部を切り欠いた部分のP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面上にショットキー電極2aを形成し、続いてその上にP型ボンディング用電極2bを形成する。

【0048】次に、同図(c)に示すように、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8の表面上にN型ボンディング用電極4を形成する。以上の工程によって、図5及び図6に示す本実施形態2の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が作製される。

【0049】ここで、本実施形態2においても、ショットキー電極2aの材質はTiであり、その厚みも実施形態1と同様である。また、P型ボンディング用電極2bの材質、厚みも同様である。更に、透光性電極1も同様のAu及びNiからなる積層構造であり、その厚みも同

様である。

【0050】このため、本実施形態2においても、実施形態1同様に、オーミックコンタクトしている領域のみの電流密度を高く、かつ発光密度を高くできるので、発光層、つまり活性層7からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。

【0051】(実施形態3)図8～図10は本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す。本実施形態3の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、電極構造のみが実施形態1及び実施形態2の窒化ガ

リウム系化合物半導体発光素子と異なっている。  
【0052】即ち、図8及び図9に示すように、本実施形態3の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子では、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9の表面の一部の領域にショットキー電極2aを形成し、このショットキー電極2aを覆うようにP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の全面に透光性電極1を形成し、透光性電極1上のショットキー電極2aの上方に相当する部分にP型ボンディング用電極2bを形成している。なお、実施形態1及び実施形態2の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子と

対応する部分には同一の符号を付してある。  
【0053】次に、図10に基づきこの窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について説明する。

【0054】まず、同図(a)に示すように、サファイヤ基板6上にバッファ層7、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8及びP型窒化ガリウム系化合物半導体層9をこの順に積層形成する。次に、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8が露出するまでP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の一部をエッチングする。図中の符号5はこのエッチング領域を示す。続いて、P型窒化ガリウム系化合物半導体層9表面の一部の領域にショットキー電極2aを形成する。

【0055】次に、同図(b)に示すように、ショットキー電極2aを覆うようにP型窒化ガリウム系化合物半導体層9の全面に透光性電極1を形成する。

【0056】次に、同図(c)に示すように、透光性電極1上のショットキー電極2aの上方に相当する部分にP型ボンディング用電極2bを形成する。また、N型窒化ガリウム系化合物半導体層8の表面上にN型ボンディング用電極4を形成する。以上の工程によって、図8及び図9に示す本実施形態3の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子が作製される。

【0057】ここで、本実施形態3においても、ショットキー電極2aの材質はTiであり、その厚みも実施形態1及び実施形態2と同様である。また、P型ボンディング用電極2bの材質、厚みも同様である。更に、透光性電極1も同様のAu及びNiからなる積層構造であり、その厚みも同様である。

【0058】このため、本実施形態3においても、実施形態1及び実施形態2同様に、オーミックコンタクトし

ている領域のみの電流密度を高く、かつ発光密度を高くできるので、発光層、つまり活性層7からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。

【0059】(その他の実施形態)以上の実施形態1～実施形態3では、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の構造はホモ構造のものについて説明したが、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子であれば、ダブルヘテロ構造、シングルヘテロ構造、単一量子井戸活性層及び多量子井戸活性層を持つダブルヘテロ構造等あらゆる構造の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子に適用できることは言うまでもない。

【0060】また、上記の各実施形態では、基板としてサファイヤ基板を用いたが、他の絶縁性の基板を用いることも可能であるし、導電性の基板、例えばSiC基板、GaN基板を用いることも可能である。

【0061】

【発明の効果】以上の本発明によれば、P型ボンディング用電極の直下での電流注入を阻止し、透光性電極とP型窒化ガリウム系化合物半導体層がオーミックコンタクトしている領域のみに電流を注入することができるので、オーミックコンタクトしている領域のみの電流密度と発光密度を高くできる。このため、発光層、即ち活性層からの発生光を効率よく外部に取り出すことができる。即ち、外部発光効率を向上できる。

【0062】また、特に請求項5記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子によれば、マイグレーションによってNiとAuの積層構造からなる透光性電極が変質することがないので、透過率の低下及びオーミックコンタクトの低下を来すことがない。このため、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の信頼性を向上できる。

【0063】また、特に請求項6～請求項8記載の製造方法によれば、そのような特性を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を作製できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す断面図。

【図2】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す平面図。

【図3】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す、(a)～(c)は製造工程図。

【図4】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態1を示す特性説明図。

【図5】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す断面図。

【図6】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す平面図。

【図7】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態2を示す、(a)～(c)は製造工程図。

【図8】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す断面図。



1 1

1 2

【図9】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す平面図。

【図10】本発明窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の実施形態3を示す、(a)～(c)は製造工程図。

【図11】従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の断面図。

【図12】従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の平面図。

【符号の説明】

1 透光性電極

2a ショットキー電極

2b P型ボンディング用電極

3 発光透光面

4 N型ボンディング用電極

5 エッチング領域

6 サファイヤ基板

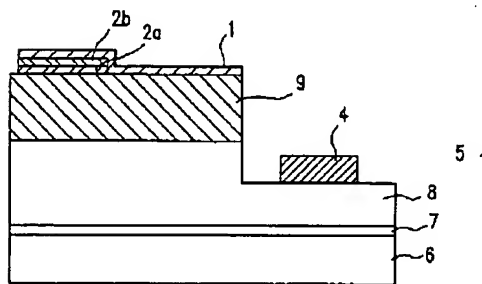
7 バッファ層

8 N型窒化ガリウム系化合物半導体層

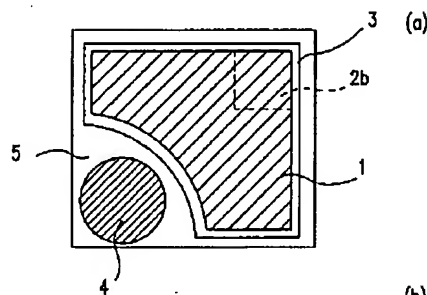
9 P型窒化ガリウム系化合物半導体層

10

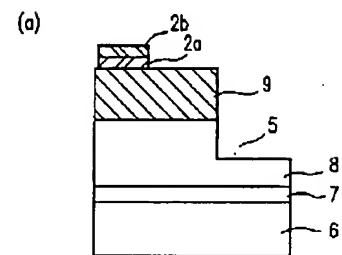
【図1】



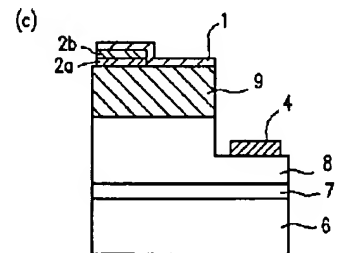
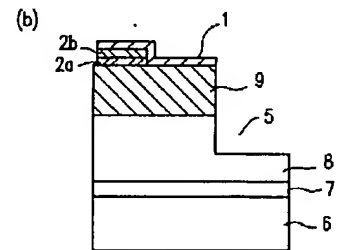
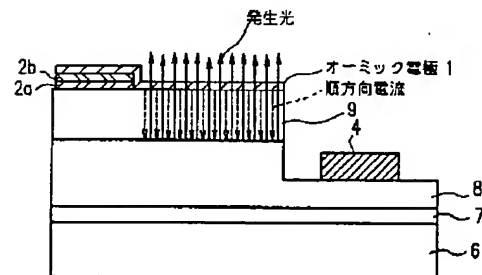
【図2】



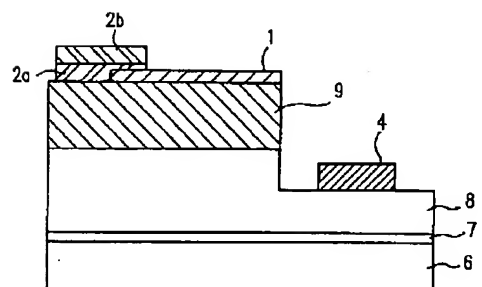
【図3】



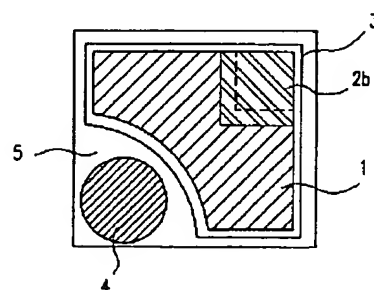
【図4】



【図5】

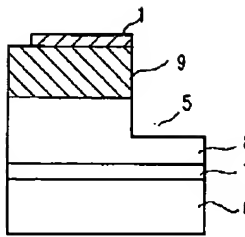


【図6】

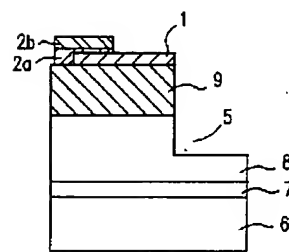


【図7】

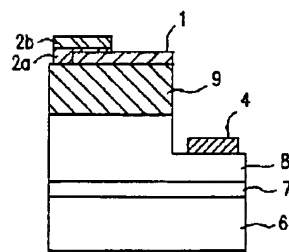
(a)



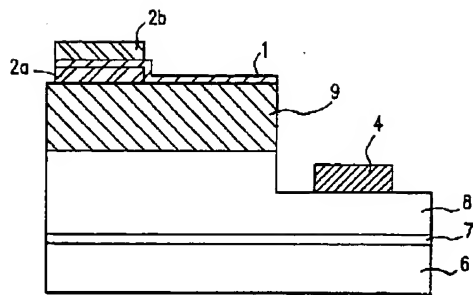
(b)



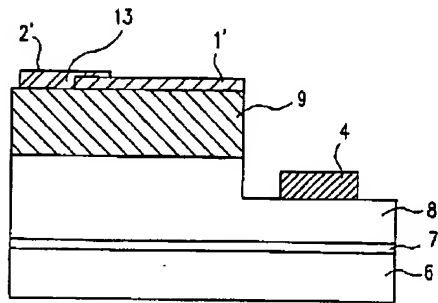
(c)



【図8】



【図11】



【図12】

(a)



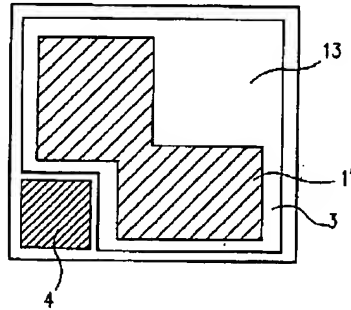
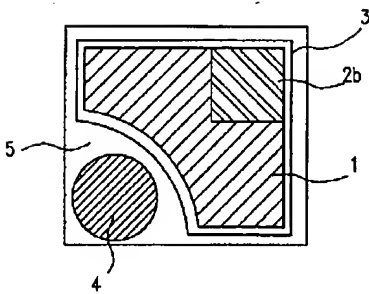
(b)



(c)



【図9】



PAT-NO: JP410242516A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10242516 A

TITLE: GALLIUM NITRIDE COMPOUND  
SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING  
ELEMENT AND ITS MANUFACTURE

PUBN-DATE: September 11, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

HATA, TOSHIO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SHARP CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09038198

APPL-DATE: February 21, 1997

INT-CL (IPC): H01L033/00, H01S003/18

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the outward luminous efficiency of a light emitting element, by blocking the injection of an electric current into an area immediately below a p-type bonding electrode for p-type gallium nitride compound semiconductor layer and, on the other hand, only injecting the electric current into an area where the semiconductor layer is in ohmic contact with a translucent electrode.

SOLUTION: In a gallium nitride compound semiconductor light emitting element, a buffer layer 7, an N-type gallium nitride

compound semiconductor layer 8, and a P-type gallium nitride compound semiconductor layer 9 are successively formed in this order on an insulating substrate composed of a sapphire substrate 6. In addition, a Schottky electrode 2a is formed on the surface of the semiconductor layer 9, namely, on the light emitting translucent surface 3 of the light emitting element, and a P-type bonding electrode 2b is formed on the electrode 2a.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO